

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-288243

(43)Date of publication of application : 31.10.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/304  
C30B 25/02

(21)Application number : 06-102173

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 15.04.1994

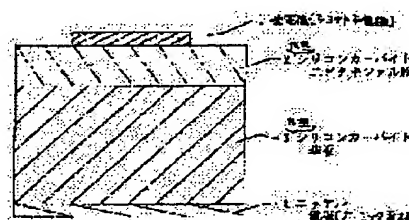
(72)Inventor : OGINO SHINJI  
URUSHIYA TANIO

## (54) ELECTRONIC DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a silicon carbide substrate having excellent crystal structure by dispersing one of the group of silicon oxide, aluminum oxide and chromium oxide, using suspension, wherein pH is adjusted in alkaline property, polishing the surface in a wet type, and providing a growing film on the silicon carbide substrate.

**CONSTITUTION:** A Schottky diode is provided as follows. One of the group of silicon oxide, aluminum oxide and chromium oxide is dispersed for a silicon carbide substrate 3. Suspension, wherein pH is adjusted to alkaline property, is used, and the surface undergoes wet polishing. A silicon carbide epitaxial film 2 is formed on the substrate 3. A nickel electrode 4 is formed on the other main surface of the silicon carbide substrate 3. A gold electrode 1, which is the Schottky electrode, is formed on the silicon carbide epitaxial film 2. Thus, the silicon carbide substrate 3 without the disturbance in crystal structure can be obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-288243

(43) 公開日 平成7年(1995)10月31日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/304	3 2 1 P			
	M			
C 3 0 B 25/02	Z			

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-102173

(22) 出願日 平成6年(1994)4月15日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 荻野 慎次

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 漆谷 多二男

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

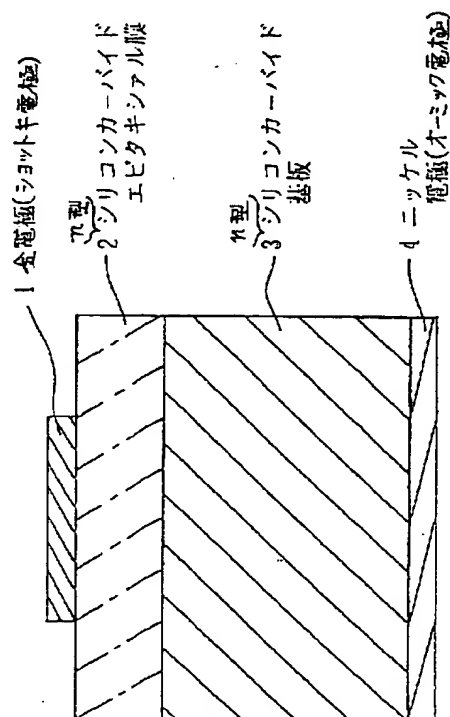
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 電子デバイス

(57) 【要約】

【目的】 良好な結晶表面のシリコンカーバイド基板を備えた電子デバイスを得る。

【構成】 シリコンカーバイド基板を酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化クロムの群から選ばれた少なくとも一つを分散し、且つpHがアルカリ性の調製された懸濁液を用いて表面を湿式研磨する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコンカーバイド基板を用いる電子デバイスであって、

- (1) シリコンカーバイド基板と、
- (2) 成長膜とを有し、

シリコンカーバイド基板は酸化シリコン $\text{SiO}_2$ 、酸化アルミニウム $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、酸化クロム $\text{Cr}_2\text{O}_3$ の群から選ばれた少なくとも一つを分散し、且つpHがアルカリ性に調整された懸濁液を用いて表面を湿式研磨してなり、成長膜はシリコンカーバイド基板上に成長してなる膜であることを特徴とする電子デバイス。

【請求項2】 請求項1記載の電子デバイスにおいて、pHは1.0ないし1.5の範囲にあることを特徴とする電子デバイス。

【請求項3】 請求項1記載の電子デバイスにおいて、酸化シリコン $\text{SiO}_2$ はコロイダルシリカであることを特徴とする電子デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明はシリコンカーバイド基板を用いる電子デバイスに係り、特に表面研磨したシリコンカーバイド基板を有する電子デバイスに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 現在シリコンを用いるパワデバイスは高周波大電力の制御を目的として各種の工夫により高性能化が進められている。しかしこれは限界に近づきつつある。パワデバイスは高温や放射線等の存在下で使用されることが多いがこのような条件下でシリコンデバイスを使用することは適当でない。より高性能化を達成するためには新しい材料の適用が必要である。このような要求に対してシリコンカーバイドは広い禁制帯幅（6H型：2.93eV、4H型：3.3eV、3C型：2.4eV）を持つために高温での電気電導制御性や耐放射線性に優れ、シリコンより約1桁高い絶縁破壊電圧は高耐圧デバイスへの適用を可能にし、さらにシリコンの約2倍の電子飽和ドリフト速度は高周波大電力制御への適用を可能とするなどシリコンに替わる材料として有望視される。

【0003】 このようなシリコンカーバイドの優れた材料特性をパワデバイスに応用するためにはシリコンカーバイド基板の表面を鏡面に仕上げたのち、シリコンカーバイドをエピタキシャル成長させたり、金属膜や酸化膜を形成して電子デバイスを製作する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながらシリコンカーバイド基板は硬度が9でありまた化学的にも安定で酸やアルカリにも殆ど侵されないためダイヤモンド砥粒を用いて表面研磨が行われる。ダイヤモンド砥粒を用いて研磨を行ったシリコンカーバイド基板の表面には、微小な傷やクラックの他結晶構造の乱れを生じるためエッ

チングによりこれらを除去する必要がある。エッチングにより結晶構造の乱れは除去されるが研磨による傷やクラックは除去されず逆に顕著になるという問題があった。このようなシリコンカーバイド基板の表面に酸化膜や金属膜を形成すると、研磨による傷やクラック等の欠陥部に電界の集中が起こり電子デバイスの特性が劣化する。

【0005】 この発明は上述の点に鑑みてなされその目的は表面が平滑である上に結晶構造の乱れのないシリコンカーバイド基板を得ることにより特性に優れるシリコンカーバイド電子デバイスを提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上述の目的はこの発明によればシリコンカーバイド基板を用いる電子デバイスであって、(1) シリコンカーバイド基板と、(2) 成長膜とを有し、シリコンカーバイド基板は酸化シリコン $\text{SiO}_2$ 、酸化アルミニウム $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、酸化クロム $\text{Cr}_2\text{O}_3$ の群から選ばれた少なくとも一つを分散し、且つpHがアルカリ性に調整された懸濁液を用いて表面を湿式研磨してなり、成長膜はシリコンカーバイド基板上に成長してなる膜であることににより達成される。

【0007】 この際にアルカリ性はpHが1.0ないし1.5の範囲にあること、または酸化シリコンはコロイダルシリカであることが有効である。

## 【0008】

【作用】 酸化シリコン $\text{SiO}_2$ 、酸化アルミニウム $\text{Al}_2\text{O}_3$ または酸化クロム $\text{Cr}_2\text{O}_3$ が分散し且つpHがアルカリ性に調整された懸濁液を用いて表面を湿式研磨すると、メカノケミカルな作用によりシリコンカーバイドのシリコン面について良好な研磨面を得ることができる。

【0009】 湿式研磨を行う際のメカノケミカルな作用は研磨を行う懸濁液のアルカリが例えば6H型シリコンカーバイドの(0001)面のうちのシリコン面に作用し、且つ(0001)面を機械的に剝離してシリコンカーバイド基板の(0001)面を機械的な欠陥や結晶歪みのない状態で研磨する。

## 【0010】

【実施例】 次にこの発明の実施例を図面に基づいて説明する。

## 実施例1

図1はこの発明の実施例に係る電子デバイスを示す断面図である。この電子デバイスはショットキダイオードである。ショットキダイオードはシリコンカーバイド基板3を研磨し、基板3上にシリコンカーバイドエピタキシャル膜2を成膜し、シリコンカーバイド基板3の他の主面にニッケル電極4を形成し、シリコンカーバイドエピタキシャル膜2上にショットキ電極である金電極1を形成して製造される。

【0011】 n型の6H—シリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板を鋳鉄ラップ板を用い100番のシリコンカーバイド砥

粒の懸濁液を添加しながら研磨した。続いて粒径 $30\mu\text{m}$ のダイヤモンド砥粒、粒径 $10\mu\text{m}$ のダイヤモンド砥粒による研磨を行った。最後に $\text{pH}10$ ないし $15$ に調整され、コロイダルシリカを所定量含む懸濁液を用い、回転速度 $100\text{rpm}$ でシリコンカーバイド基板をバフ研磨した。この際シリコンカーバイド基板の所定面を所定方向に $5^\circ$ 傾けて研磨した。所定の面と所定の方向が表1に示される。

【0012】

【表1】

所定面	所定方向
(0001)	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$

前記湿式研磨においては $\text{pH}10$ ないし $15$ においてシリコンカーバイド基板の表面にあるシリコン面がコロイダルシリカにより有効に研磨される。このシリコン面の研磨は次層のカーボン面の研磨を伴い、シリコンカーバイド基板の表面は常にシリコン面で覆われる。

【0013】続いて $1200^\circ\text{C}$ の温度において水素 $\text{H}_2$ ガスを $2\text{s l m}$ 、塩化水素 $\text{HCl}$ ガスを $3\text{s c c m}$ の割合にして混合ガスを流して表面をエッチングした。図3はこの発明の実施例に係る電子デバイスにつき、シリコンカーバイド基板研磨面の粒子構造を示す写真である。研磨面には全く傷が観測されない。図4は従来の電子デバイスにつきシリコンカーバイド基板研磨面の粒子構造を示す写真である。

【0014】粒径 $150\mu\text{m}$ のシリコンカーバイド $\text{SiC}$ 砥粒による研磨に続き、粒径 $30\mu\text{m}$ のダイヤモンド砥粒、粒径 $3\mu\text{m}$ のダイヤモンド砥粒、最後に粒径 $1\mu\text{m}$ のダイヤモンド砥粒によりシリコンカーバイド基板をバフ研磨した。続いてシリコンカーバイド基板を $1200^\circ\text{C}$ で5分間、流量 $2\text{s l m}$ の水素ガスと流量 $3\text{s c c m}$ の塩化水素 $\text{HCl}$ ガスの混合ガス中でエッチングしたのち、ノマルスキ顕微鏡で観察した。一連のダイヤモンド砥粒により研磨した面は研磨終了後鏡面は得られていたがエッチングにより研磨傷が溝状に現れている。

【0015】ダイヤモンド研磨後にはノマルスキ顕微鏡では検知されない微小の傷が塩化水素 $\text{HCl}$ ガス等によるエッチングで顕著になったものである。なお図中の多数の六角形のエッチングピットは転移によるもので研磨により導入されたものではない。前記の2種類の方法で研磨したシリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板( $n$ 型: キャリア密度 $1 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ )を前述の如く $1200^\circ\text{C}$ の温度において水素 $\text{H}_2$ ガスを $2\text{s l m}$ 、塩化水素 $\text{HCl}$ ガスを $3\text{s c c m}$ の割合にして混合ガスを流して表面をエッチングし、次いで $1500^\circ\text{C}$ の温度において4時間、水素 $\text{H}_2$ ガスを $3\text{s l m}$ 、シラン $\text{SiH}_4$ ガスを $3\text{s c c m}$ 、プロ

パンガスを $2.5\text{s c c m}$ の割合にして混合ガスを流して $n$ 型 $6\text{H}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ エピタキシャル膜2を $9\mu\text{m}$ 厚さに成膜した。この膜はキャリア密度が $2 \times 10^{15}\text{cm}^{-3}$ のエピタキシャル膜である。

【0016】エピタキシャル成長した膜は前図に示したエッチング後の表面状態と類似の表面状態を有し、酸化クロム $\text{Cr}_2\text{O}_3$ を使って研磨した基板上に成長したエピタキシャル膜はダイヤモンド研磨した基板上にエピタキシャル成長した膜に比べ、傷が少なく平滑な表面であった。 $n$ 型で $6\text{H}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板3の裏面に $\text{Ni}$ を真空蒸着し、 $\text{Ar}$ 雰囲気において $1200^\circ\text{C}$ で10分間加熱処理を行ってオーミックなニッケル電極4を得た。そして、 $\text{Au}$ を $n$ 型 $6\text{H}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ のエピタキシャル膜2の上に真空蒸着し、ショットキ電極である金電極1を得た。

【0017】図5はこの発明の実施例に係る電子デバイスにつきブレイクダウン電圧の分布を示す棒図である。図6は従来の電子デバイスにつき、ブレイクダウン電圧の分布を示す棒図である。これはショットキダイオードを用いて測定した。この発明の実施例に係る電子デバイスの平均のブレイクダウン電圧は $567\text{V}$ であり、従来のブレイクダウン電圧よりも特性が向上している。

実施例2

図2はこの発明の異なる実施例に係る電子デバイスを示す要部断面図である。この電子デバイスは $\text{MOS}$ ダイオードである。 $n$ 型の $6\text{H}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板7の上に $n$ 型の $6\text{H}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ エピタキシャル膜6が積層され、このエピタキシャル膜6上に温度 $1200^\circ\text{C}$ で水蒸気酸化を行い、シリカ $\text{SiO}_2$ 絶縁層5が形成される。シリカ $\text{SiO}_2$ 絶縁層5の上には金電極9が、また $n$ 型の $6\text{H}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板7の他の主面にはニッケル電極8が形成される。

【0018】得られた $\text{MOS}$ ダイオードにつき、シリカ絶縁層5と $n$ 型 $6\text{H}$ -シリコンカーバイドエピタキシャル膜6の界面につきその界面準位を測定した。本発明の湿式研磨された $n$ 型の $6\text{H}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板を用いる $\text{MOS}$ ダイオードの界面準位は、容量-電圧( $\text{C}-\text{V}$ )測定によると $5 \times 10^{10}\text{cm}^{-2}$ であった。従来のダイヤモンドを使って研磨したものの界面準位は $5 \times 10^{11}\text{cm}^{-2}$ であるから、本発明の湿式研磨された $n$ 型の $6\text{H}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板の表面の結晶構造の乱れは、従来のダイヤモンドを用いて研磨されたシリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板よりも少ないことがわかる。

【0019】なお上述の $6\text{H}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板の(0001)面に替えて $4\text{H}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板の(0001)面や $3\text{C}$ -シリコンカーバイド $\text{SiC}$ 基板の(111)面に湿式研磨を適用することもできる。コロイダルシリカその他、 $\text{pH}$ が $10$ ないし $15$ に調整されアルミナ砥粒、酸化クロム $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 砥粒を含む懸濁液を用いてシリコンカーバイド基板を研磨した場合

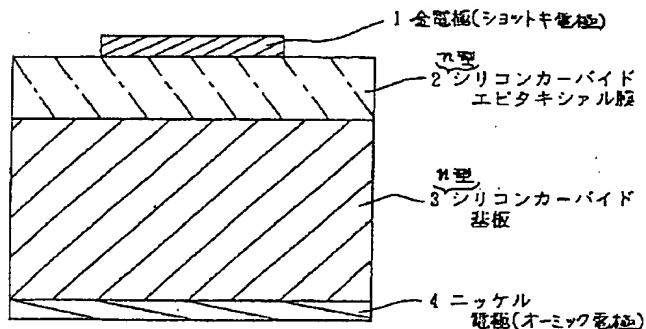
についてもコロイダルシリカを用いてシリコンカーバイド基板を研磨した場合と同様な特性の電子デバイスが得られた。

#### 【0020】

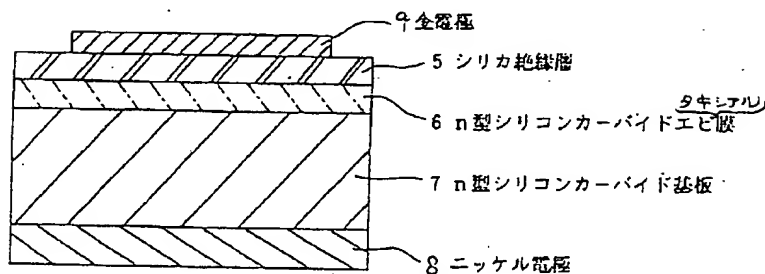
【発明の効果】この発明によればシリコンカーバイド基板を用いる電子デバイスであって、(1)シリコンカーバイド基板と、(2)成長膜とを有し、シリコンカーバイド基板は酸化シリコン $\text{SiO}_2$ 、酸化アルミニウム $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、酸化クロム $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、の群から選ばれた少なくとも一つを分散し、且つpHがアルカリ性に調整された懸濁液を用いて表面を湿式研磨してなり、成長膜はシリコンカーバイド基板上に成長してなる膜であるとするので、酸化シリコン $\text{SiO}_2$ 、酸化アルミニウム $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、酸化クロム $\text{Cr}_2\text{O}_3$ を含みpHがアルカリに調整された懸濁液のメカノケミカルな研磨作用により、機械的な欠陥や結晶歪みのない研磨面を有する良好なシリコンカーバイド基板を得ることができ、この研磨面にエピタキシャル膜等の成長膜を積層して、特性に優れるシリコンカーバイド電子デバイスを製造することができる。

【0021】また上記アルカリ性はpHが10ないし15の範囲においてまた酸化シリコンにコロイダルシリカを用いるときに懸濁液のメカノケミカルな研磨作用が最も顕著に発揮される。

【図1】



【図2】



#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例に係る電子デバイスを示す断面図

【図2】この発明の異なる実施例に係る電子デバイスを示す要部断面図

【図3】この発明の実施例に係る電子デバイスにつきシリコンカーバイド基板研磨面の粒子構造を示す写真

【図4】従来の電子デバイスにつきシリコンカーバイド基板研磨面の粒子構造を示す写真

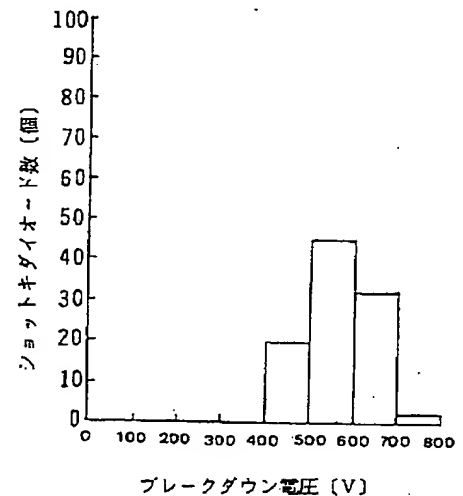
【図5】この発明の実施例に係る電子デバイスにつきブレイクダウン電圧の分布を示す棒図

【図6】従来の電子デバイスにつきブレイクダウン電圧の分布を示す棒図

#### 【符号の説明】

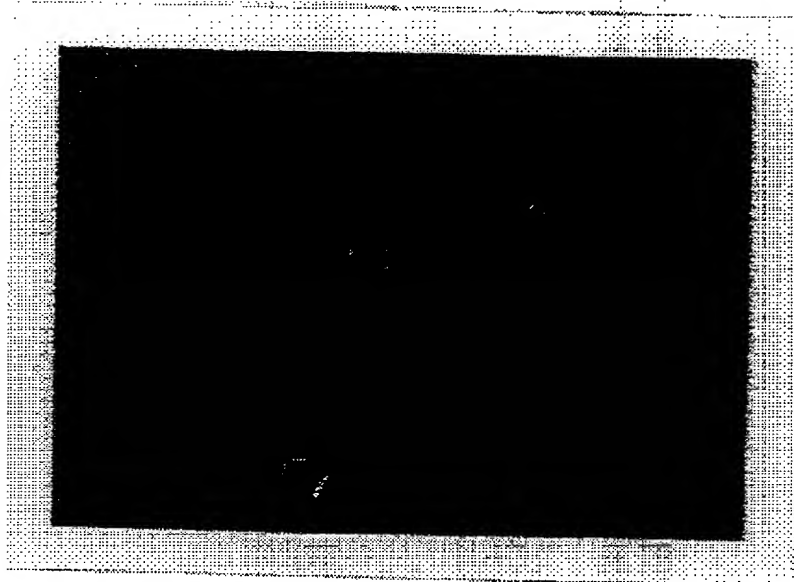
- 1 金電極
- 2 シリコンカーバイド $\text{SiC}$  エピタキシャル膜
- 3 シリコンカーバイド $\text{SiC}$  基板
- 4 ニッケル電極
- 5 シリカ $\text{SiO}_2$ 絶縁層
- 6 n型シリコンカーバイド $\text{SiC}$  エピタキシャル膜
- 7 n型シリコンカーバイド $\text{SiC}$  基板
- 8 ニッケル電極
- 9 金電極

【図5】



【図3】

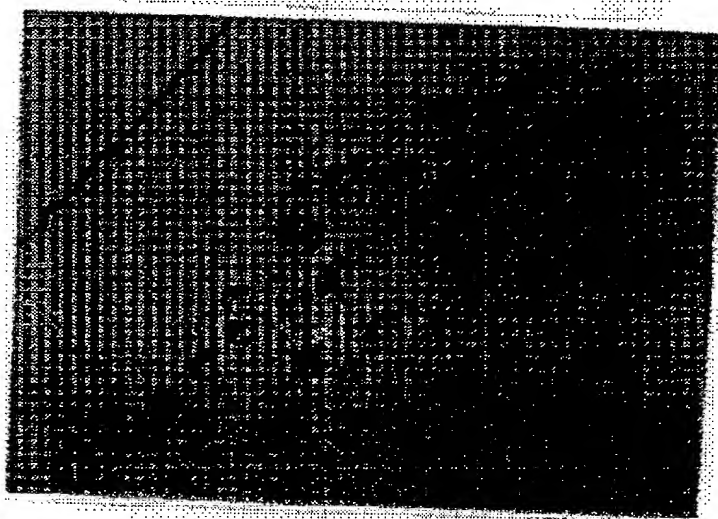
図面代用写真



写真

【図4】

図面代用写真



写真

【図6】

